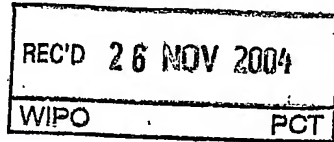


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP04/10971 16

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 50 941.0

Anmeldetag:

31. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber:

Hydac Technology GmbH, 66280 Sulzbach/DE

Bezeichnung:

Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen

IPC:

F 16 L, F 02 M

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Schäfer

BEST AVAILABLE COPY

BARTELS und Partner

Patentanwälte

1

BARTELS und Partner · Patentanwälte · Lange Straße 51 · D-70174 Stuttgart

Telefon +49 - (0) 7 11 - 22 10 91
Telefax +49 - (0) 7 11 - 2 26 87 80
E-Mail: office@patent-bartels.de

BARTELS, Martin Dipl.-Ing.
CRAZZOLARA, Helmut Dr.-Ing. Dipl.-Ing.

5. September 2003

Hydac Technology GmbH, Industriegebiet, 66280 Sulzbach/Saar

Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen in einem Fluid mit einem Gehäuse und einem gegen die Vorspannkraft eines Federspeichers in dem Gehäuse längsverfahrbaren Kolben.

- 5 Zu den dahingehenden Vorrichtungen zählen die sog. Hydrospeicher, wobei eine der Hauptaufgaben von Hydrospeichern es ist, bestimmte Volumen unter Druck stehender Flüssigkeit einer Hydroanlage aufzunehmen und diese bei Bedarf wieder an die Anlage zurück zu geben. Da sich die Flüssigkeit unter Druck befindet, werden die Hydrospeicher wie Druckbehälter
- 10 behandelt und müssen für den maximalen Betriebsüberdruck unter Berücksichtigung der Abnahmestandards ausgelegt sein. Zum Volumenausgleich im Hydrospeicher und der damit verbundenen Energiespeicherung wird die Druckflüssigkeit im Hydrospeicher gewichts- oder federbelastet oder mit Gas beaufschlagt. Dabei herrscht zwischen dem Druck der Druckflüssigkeit
- 15 und dem vom Gewicht der Feder oder dem vom Gas erzeugten Gegen-
druck stets ein Gleichgewicht. In den meisten Hydroanlagen werden hydropneumatische, also gasbeaufschlagte Speicher mit Trennelement eingesetzt, wobei man je nach Ausbildung des Trennelementes unterscheidet zwischen Blasen-, Kolben- und Membranspeichern.

20

- Die genannten hydropneumatischen Speicher haben in einer Hydroanlage verschiedenste Aufgaben zu erfüllen und können beispielsweise neben der genannten Energiespeicherung auch zur Dämpfung mechanischer Stöße sowie zur Druckstoßdämpfung im hydraulischen System mit beigezogen werden. Insbesondere bei Einsatz von hydraulischen Pumpen, wie Verdrängerpumpen, entstehen Pulsationen im Volumenstrom, wobei diese Pulsationen neben Lärm auch Vibrationen verursachen, was zu einer Schädigung der gesamten Hydroanlage führen kann.
- 10 Die genannten Hydro-, insbesondere Verdrängerpumpen finden auch Anwendung in der sog. Common-Rail-Technik im Bereich von Dieselmotoren. Neuere Entwicklungen der dritten Generation setzen dabei für die Einspritzsysteme für den Dieselmotorkraftstoff auf die Piezotechnik. Die dabei neu entwickelten Piezo-Inline-Injektoren für die dritte Common-Rail-Generation
- 15 (vgl. VDI – Nachrichten Nr. 33 vom 15. August 2003) verwenden Piezo-Aktormodule, die über Kopplermodule auf Schaltventile und diese wiederum auf ein Düsenmodul des Kraftstoff-Einspritzsystems einwirken, wobei sich die herausragende hydraulische Schnelligkeit des Systems aus dem hohen Integrationsgrad des Inline-Injektors ergibt, d.h. aus der Nähe des
- 20 Piezo-Paketes zur Düsenadel in der Spitze des Injektors. Im Vergleich zur vorangegangenen Generation wurde dabei bei den neuen Systemen die bewegte Masse von 16g auf 4g reduziert, wobei man unter bewegter Masse die Masse der Düsenadel und des Kraftstoffes versteht, der den Steuerraum füllt. Für die dahingehende technische Auslegung sind sehr hohe System-
- 25 drücke notwendig, die bis in die Größenordnung von 2200 bar heranreichen. Der dahingehende Systemdruck ist von der genannten Hydropumpe, insbesondere Verdrängerpumpe, aufzubauen mit dem beschriebenen Nachteil der auftretenden Druck- und Pulsationsstöße. Werden die dahingehenden Druckstöße an das Injektorsystem weitergegeben, kann dies zu kriti-

schen Systemzuständen führen und zu einem Ausfall der Piezo-Injektoranlage nebst Einspritzsystem. Sofern man, was bekannt ist, im oben skizzierten Sinne übliche Hydrospeicher mit Trennelement (Kolben) zur Pulsations- und Druckstoßdämpfung in das Diesel-Fluidsystem mit einbezieht, finden diese jedoch regelmäßig ihre Grenzen im Hinblick auf die genannten hohen Systemdrücke bis 2200 bar.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen zur Verfügung zu stellen, mit der es möglich ist, auch bei sehr hohen Systemdrücken bis 2200 bar auftretende Druckstöße, hervorgerufen durch eine Hydropumpe, insbesondere Dieselmotorkraftstoffpumpe, derart zu dämpfen und/oder zu glätten, dass keine schädlichen Krafteinleitungen in ein Piezo-Injektorsystem der Common-Rail-Technik erfolgt. Eine dahingehende Aufgabe löst eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 in seiner Gesamtheit.

Dadurch, dass gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 der Kolben mit einem weiteren Kolben zusammenwirkt, der in einem Anschlußstück des Gehäuses längsverfahrbar geführt ist, und dass beim Betrieb der Vorrichtung der Kolben in jeder Verfahrstellung des weiteren Kolbens auf diesen eine Druckkraft ausübt, lassen sich in funktionssicherer Weise auch sehr hochfrequente Druckstöße im Dieselmotorkraftstoffsystem sicher beherrschen, auch wenn bedingt durch die Hydropumpe in Form der Dieselmotorkraftstoffpumpe sehr hohe Systemdrücke von bis zu 2200 bar und mehr erzeugt sind. Durch die mechanische Entkopplung der beiden genannten Kolben und die permanente Druckkrafteinleitung des einen Kolbens auf den weiteren Kolben ist sichergestellt, dass die eingeleiteten Druckstöße sicher aufgefangen und beherrscht werden können und insbesondere ist

durch die Entkopplung der Kolben sichergestellt, dass etwaige Undichtigkeiten mit einhergehenden Leakageströmen gering gehalten sind oder dergestalt beherrscht werden, dass Funktionsausfälle im Gesamtsystem vermieden sind. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass der eine Kolben im

- 5 Durchmesser um ein Mehrfaches größer ist als der Durchmesser des weiteren Kolbens und es hat sich gezeigt, dass durch die dahingehende Anordnung ein hemmfreier Ansteuervorgang mit den Kolben erreichbar ist. Insbesondere Verkantungsvorgänge des weiteren Kolbens im Anschlußstück des Gehäuses sind durch seine getrennte, eigenständige Führung derart vermieden.
- 10

- Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der weitere Kolben in der Art eines Stempels ausgebildet und über mindestens eine Verliersicherung in einer durchgehenden Gehäuseöffnung
- 15 des Anschlußstückes geführt. Auf diese Art und Weise ist die freie Verfahrbarkeit der jeweiligen Kolben zwischen vorgebbaren Verfahrschranken in der Gehäuseanordnung erreicht.

- Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der weitere Kolben außenumfangsseitig derart feinstbearbeitet, insbesondere geläppt, dass ein metallisch dichter Spalt zumindest zwischen Teilen des Außenumfanges und des weiteren Kolbens an der Innenwandung der Gehäuseöffnung erreicht ist. In weiterer Ausgestaltung des genannten Dichtsystems kann der weitere Kolben außenumfangsseitig mit
- 20 Ring- oder Schmiernuten versehen sein. Hierdurch wird trotz der hohen Drücke von bis zu 2200 bar und mehr im Diesel-Fluidsystem eine sichere Abdichtung des weiteren Kolbens gegenüber dem Gehäuseinneren mit dem ersten Kolben erreicht und insbesondere bei Einsatz der Ring- oder Schmiernuten am Außenumfang des weiteren Kolbens kann sich dergestalt
- 25

eine Fluiddichtung aufbauen, die dem Fluideintritt in den metallischen Spalt entgegenwirkt.

5 Sofern bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in den Fluidraum zwischen den Kolben eine im Gehäuse angeordnete Leckageöffnung mündet, kann dergestalt in der Art einer Rücklaufbohrung für Lecköl das dennoch in das Gehäuseinnere eindringende DieselmEDIUM drucklos im Block in Richtung auf die Tank- oder Leckageseite abgegeben werden.

10

Im Hinblick auf die angesprochenen sehr hohen Drücke hat es sich als vorteilhaft erwiesen, als Federspeicher mindestens eine als Druckfeder ausgebildete Schraubenfeder und/oder ein Druckgas vorzusehen. Der Einsatz eines reinen Druckgases bringt gegebenenfalls den Nachteil mit sich, dass
15 im Hinblick auf die sehr hohen Drücke es unter dem Einfluß der Kompression des erstgenannten Kolbens zu einem Verflüssigungsvorgang des Gases in dem Gehäusebereich kommt. Demgemäß lassen sich aber alternativ oder zusätzlich durch Einsatz einer Druckfeder als Federspeicher die genannten Systemdrücke sicher beherrschen.

20

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Gegenstand der sonstigen Unteransprüche.

25 Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung anhand eines Ausführungsbeispiels nach der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt in prinzipieller und nicht maßstäblicher Darstellung die einzige Figur im Längsschnitt die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen mit zwei verschiedenen Ausführungsformen an Deckelteilen.

- Die in der Figur gezeigte Vorrichtung dient dem Dämpfen von Druckstößen in einem Fluid, insbesondere in Form von Dieselmkraftstoff, wobei die Vorrichtung ein zylindrisches Gehäuse 10 aufweist. Ferner weist die Vorrichtung einen gegen die Vorspannkraft eines Federspeichers 12 in dem Gehäuse 10 längsverfahrbaren Kolben 14 auf. Der dahingehende Kolben 14 ist in der Art einer zylindrischen Anlageplatte ausgebildet und entlang seines Außenumfangs über einen Gleit- und/oder Dichtring 16 längs des zylindrischen Innenumfangs 18 des Gehäuses 10 geführt. Der Kolben 14 weist demgemäß an seinen einander gegenüberliegenden Seiten zwei im wesentlichen plane Anlageflächen 20, 22 auf und zur endseitigen Führung des Federspeichers 12 ist der Kolben 14 an seiner dahingehend gerichteten Seite mit einer zylindrischen Führungsfläche 22 versehen, die sich außenumfangsseitig gleichfalls am Innenumfang 18 des Gehäuses 10 abstützt.
- Der Kolben 14 wirkt mit einem weiteren Kolben 24 zusammen, wobei der dahingehend weitere Kolben 24 in einem Anschlußstück 26 des Gehäuses 10 längsverfahrbar geführt ist. Ferner wirkt, wie die Darstellung nach der Figur zeigt, der Kolben 14 in jeder Betriebs-Verfahrstellung, auch in seiner gezeigten vordersten Endanschlagstellung beim Betrieb oder Gebrauch der Vorrichtung, im Gehäuse mit einer Druckkraft auf den weiteren Kolben 24 ein. Das Anschlußstück 26 verjüngt sich zum freien Ende des Gehäuses 10 hin absatzartig und ist außenumfangsseitig mit einem Anschlußgewinde 28 versehen, mit dem sich das Gehäuse 10 in der gezeigten Anordnung an ein Fluidsystem anschließen läßt, beispielsweise an die Diesel-Versorgungsleitung für ein Injektorsystem nach der Common-Rail-Technik. Das Gehäuse 10 befindet sich dabei in einer Anschlußleitung, die zu einer Hydropumpe, insbesondere Verdrängerpumpe, führt, beispielsweise in Form einer Dieselmkraftstoffpumpe oder dergleichen. Die beim Betrieb der Dieselmkraftstoffpumpe entstehenden Druckstöße, die bei Systemdrücken von bis zu 2200

bar und mehr erheblich sein können, sollen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gedämpft und geglättet werden, wobei auch hochfrequente Fluidstöße ausgeglichen werden sollen. Ferner soll die erfindungsgemäße Dämpfungsvorrichtung auch bei sehr hohen Druckamplituden unabhängig
5 hiervon in vorgebbaren Grenzbereichen wirksam sein.

Das genannte Anschlußstück 26 geht in einen in der Länge verstärkten Boden 30 des Gehäuses 10 über und die genannten Kolben 14,24 sowie der Federspeicher 12 orientieren sich in ihrer Längsausrichtung an der Längs-
10 achse 32 von Gehäuse 10 und Anschlußstück 26. Des weiteren ist der Kolben 14 im Durchmesser um ein Mehrfaches größer als der Durchmesser des weiteren Kolbens 24, so dass im Hinblick auf die Änderung des Durchmesser-
verhältnisses eine sehr gute Stoßkrafteinleitung erfolgt zwischen weiterem Kolben 24 und erstem Kolben 16.

15

Der weitere Kolben 24 ist mithin in der Art eines Stempels oder Stößels ausgebildet und über mindestens eine Verliersicherung 34 in Form eines Sicherungsringes in der durchgehenden Gehäuseöffnung 36 des Anschluß-
stückes 26 geführt. Die Verliersicherung 34 kann dabei insbesondere aus
20 einem Sicherungsring bestehen, der am vorderen Ende die Gehäuseöffnung 36 nach außen hin abschließt und an dessen Überstand das vordere Ende des weiteren Kolbens 24 in seiner vorderen Begrenzungslage anstößt. Im
unbetätigten Zustand ist die Länge des weiteren Kolbens 24 derart bemessen, dass dieser mit einem geringen Spiel einen axialen Abstand zu der Ver-
liersicherung 34 einhält. Sobald jedoch über den Kraftstoff ein vorgebbares
25 Druckniveau aufgebaut ist, ist das Spiel beseitigt und im dahingehenden Betriebs- oder Gebrauchszustand der Vorrichtung übt dann der Kolben 14 in jeder Verfahrstellung des weiteren Kolbens 24 auf diesen eine Druckkraft aus. Um eine gute Abdichtung zu erreichen, ist der weitere Kolben 24 au-

ßenumfangsseitig derart feinstbearbeitet, insbesondere geläpft, dass ein metallisch dichter Spalt 38 zumindest zwischen Teilen des Außenumfanges des weiteren Kolbens 24 und der Innenwandung der Gehäuseöffnung 36 erreicht ist. Zur weiteren Verbesserung des Dichtsystems weist der weitere

5 Kolben 24 außenumfangsseitig Ring- oder Schmiernuten 40 auf. Derartig ist eine Labyrinthdichtung erreicht, die es dem Dieselmotorkraftstoff erschwert, über die Gehäuseöffnung 36 in den Zwischenraum 42 innerhalb des Gehäuses 10 zwischen Anlagefläche 20 und der ihr zugewandten Bodenfläche 44 des Bodens 30 einzudringen.

10

In den genannten Fluid- oder Zwischenraum 42 zwischen den Kolben 14,24 mündet eine im Gehäuse 10 angeordnete Leckageöffnung 46 in der Art einer Bohrung und dergestalt kann ein bewußt vorgesehener Spalt- oder Leckagestrom über das Dichtsystem in Form der Ring- oder Schmiernuten

15 40, den metallischen Spalt 38 sowie den Zwischenraum 42 über die Leckageöffnung 46 auf die drucklose Leck- oder Tankseite des Gesamtsystems abgeführt werden. Als weiteres Dichtsystem ist im vorderen, stirnseitigen Bereich des Bodens 30 ein Dichtsystem 48 vorgesehen, beispielsweise in Form einer üblichen Ringdichtung. Bei eingeschraubtem Gehäuse 10 über

20 das Anschlußstück 26 mit seinem Anschlußgewinde 28 läßt sich dergestalt eine Abdichtung, insbesondere in Form der Leckageöffnung 46, gegenüber dem gesamt hydraulischen- oder Fluidsystem (Dieselleitungsnetz) erreichen.

25 Als Federspeicher 12 dient im vorliegenden Fall eine Druckfeder in Form einer Schraubenfeder, wobei das Gehäuseinnere auch zusätzlich noch mit einem Druckgas, beispielsweise in Form eines Stickstoffgases, beaufschlagt sein kann. Die dahingehende Druckfeder 12 erstreckt sich zwischen dem Kolben 14 und einem Deckelteil 50, wobei das Deckelteil 50 aus einer Hal-

teplatte 52 gebildet sein kann, die über ein Sicherungsmittel, insbesondere einen Sicherungsring 54, im Gehäuse 10 gehalten ist. Eine alternative Ausführungsform ist in der Figur in einer quadratischen Umrahmung wiedergegeben und im dahingehenden Fall besteht das Deckelteil 50 aus einem

5 Schraubdeckel 56, der außenumfangsseitig über ein Außengewinde 58 des Gehäuses 10 auf dieses aufschraubbar ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist sichergestellt, dass etwaig auftretende Leckageströme sicher beherrscht werden und aufgrund der getrennten Kolbenanordnung der Kolben 14 und 24 ist sichergestellt, dass es nicht zu Verkantungen kommt. Insbesondere sehr hochfrequente Druckstöße, die auf den stempelartigen weiteren Kolben 24 einwirken, lassen sich dergestalt in derselben Frequenz stoßartig an den Kolben 16 weitergeben, der unter dem Einfluß des Federspeichers 12 und unter Rückwirkung auf

15 den weiteren Kolben 24 dann derart die Pulsationsdämpfung bzw. Pulsationsglättung vornimmt. Das gezeigte System läßt sich insbesondere auf der Gehäuseseite 10 aus üblichen Stahlwerkstoffen in kostengünstiger Weise und fertigungstechnisch einfach realisieren. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann generell dort eingesetzt werden, wo geringe Volumen bei hohem

20 Druck niveaugedämpft bzw. verschoben werden müssen. Durch die Flächenverhältnisse der Kolben kann die einzusetzende Feder kleiner aufbauen, da die erforderliche Kraft entsprechend reduziert wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen in einem Fluid mit einem Gehäuse (10) und einem gegen die Vorspannkraft eines Federspeichers (12) in dem Gehäuse (10) längsverfahrbaren Kolben (14), dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (14) mit einem weiteren Kolben (24) zusammenwirkt, der in einem Anschlußstück (26) des Gehäuses (10) längsverfahrbar geführt ist, und dass beim Betrieb der Vorrichtung der Kolben (14) in jeder Verfahrstellung des weiteren Kolbens (24) auf diesen eine Druckkraft ausübt.
5
10
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (14) im Durchmesser um ein Mehrfaches größer ist als der Durchmesser des weiteren Kolbens (24).
15
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Kolben (24) in der Art eines Stempels ausgebildet ist und über mindestens eine Verliersicherung (34) in einer durchgehenden Gehäuseöffnung (36) des Anschlußstückes (26) geführt ist.
20
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Kolben (24) außenumfangsseitig derart feinstbearbeitet, insbesondere geläppt ist, dass ein metallisch dichter Spalt (38) zumindest zwischen Teilen des Außenumfanges des weiteren Kolbens (24) und der Innenwandung der Gehäuseöffnung (36) erreicht ist.
25
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Kolben (24) außenumfangsseitig mit Ring- oder Schmiernuten (40) versehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in den Fluidraum (42) zwischen den Kolben (14,24) eine im Gehäuse (10) angeordnete Leckageöffnung (46) mündet.

5

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Federspeicher (12) mindestens eine als Druckfeder ausgebildete Schraubenfeder und/oder ein Druckgas dient.

10 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckfeder (12) sich zwischen dem Kolben (14) und einem Deckelteil (50) innerhalb des Gehäuses erstreckt.

15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckelteil (50) aus einer Halteplatte (52) gebildet ist, die über ein Sicherungsmittel, insbesondere Sicherungsring (54), im Gehäuse (10) gehalten ist oder dass das Deckelteil (50) aus einem Schraubdeckel (56) besteht, der außenumfangsseitig über ein Außengewinde (58) des Gehäuses (10) auf dieses aufschraubbar ist.

20

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlußstück (26) des Gehäuses (10), in dem der weitere Kolben (24) geführt ist, im Außendurchmesser gegenüber dem Außendurchmesser des Gehäuses (10) reduziert ist.

25

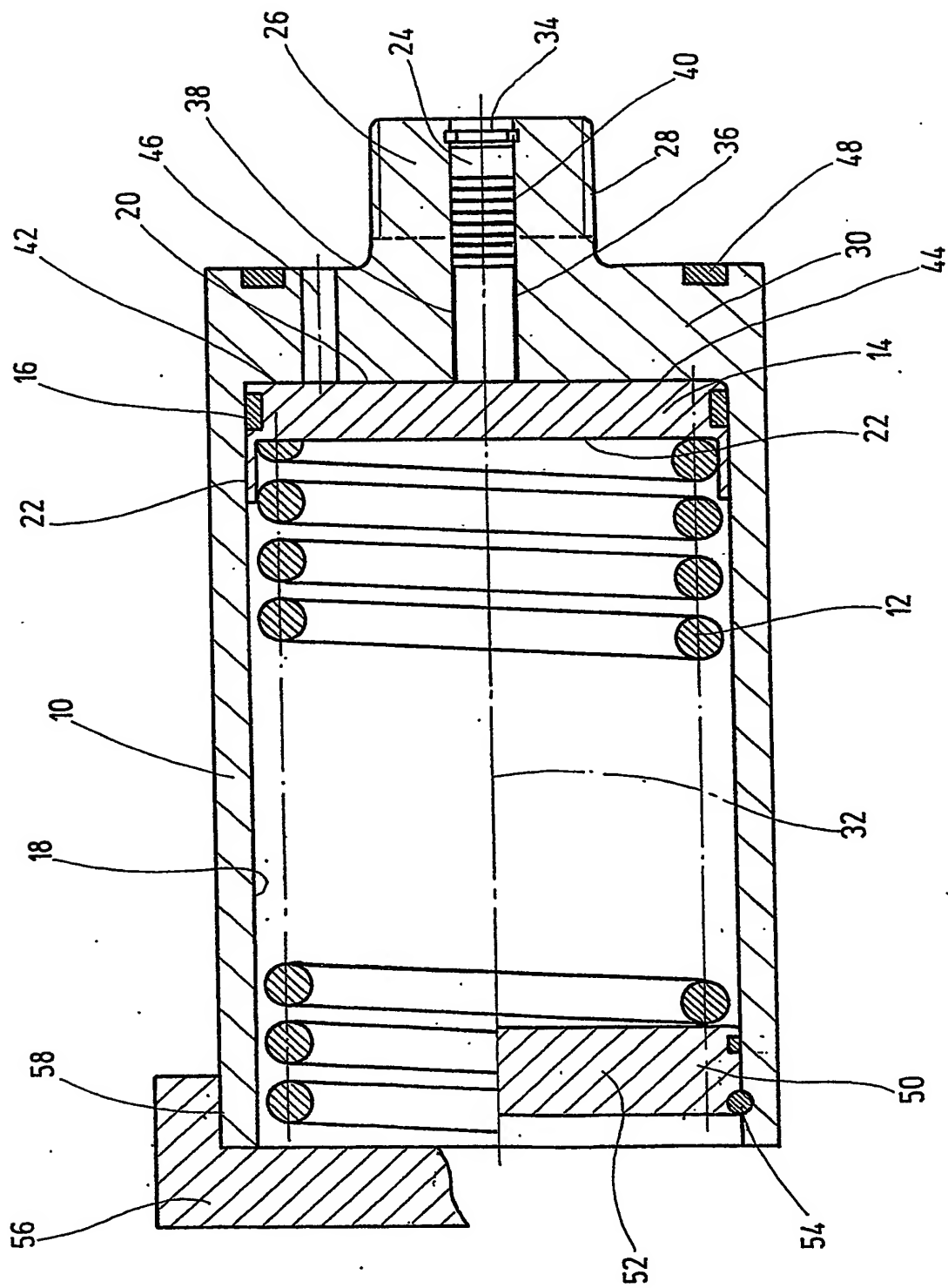
Z u s a m m e n f a s s u n g

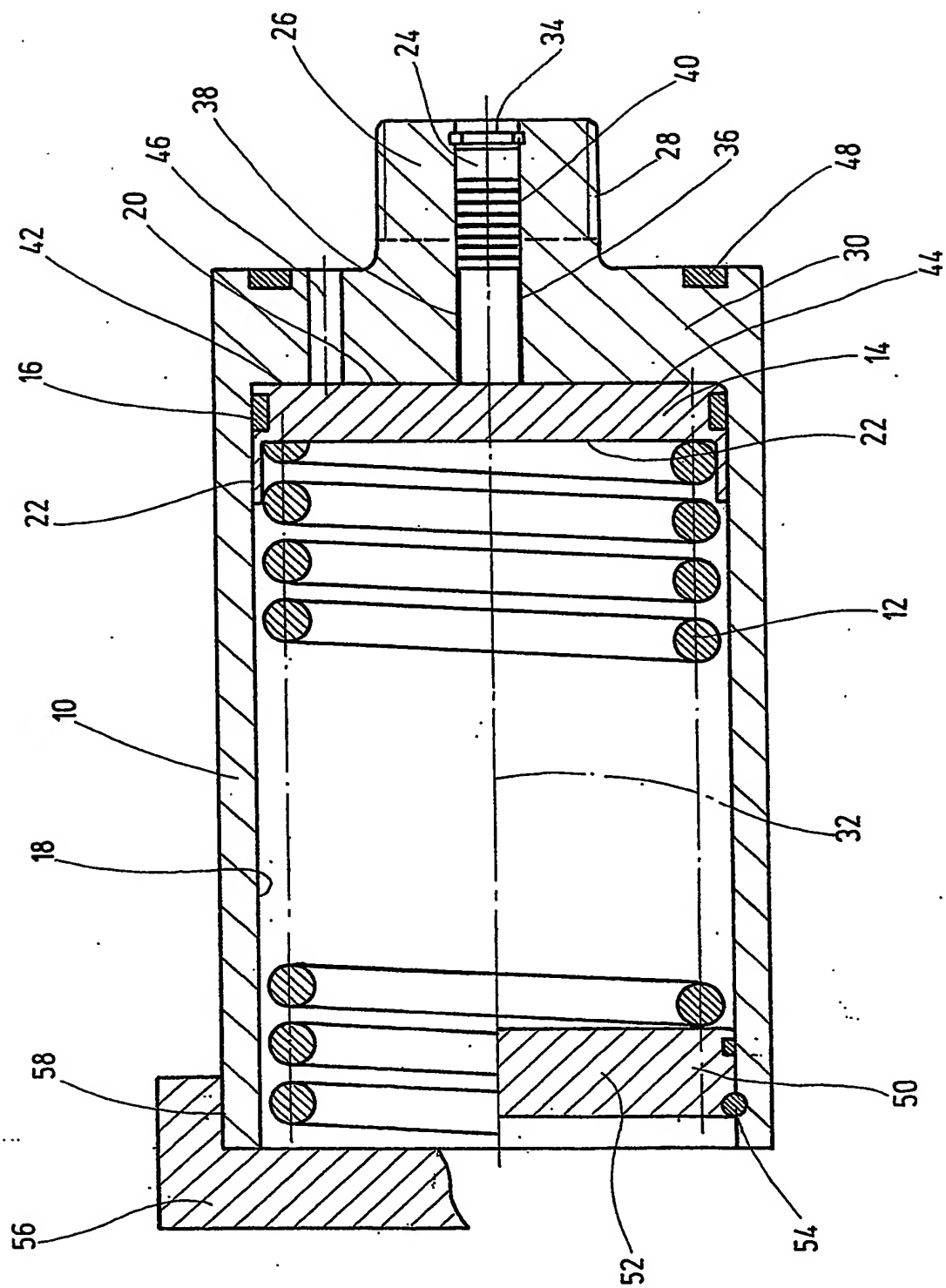
1. Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen.

5 2. Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Dämpfen von Druckstößen
in einem Fluid mit einem Gehäuse (10) und einem gegen die Vor-
spannkraft eines Federspeichers (12) in dem Gehäuse (10) längsverfahr-
baren Kolben (14). Dadurch, dass der Kolben (14) mit einem weiteren
10 Kolben (24) zusammenwirkt, der in einem Anschlußstück (26) des Ge-
häuses (10) längsverfahrbar geführt ist, und dass beim Betrieb der Vor-
richtung der Kolben (14) in jeder Verfahrsstellung des weiteren Kolbens
(24) auf diesen eine Druckkraft ausübt, lassen sich in funktionssicherer
Weise auch sehr hochfrequente Druckstöße in einem Dieselmotorsystem sicher beherrschen.

15

3. Figur.





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.